



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11328897 A**(43) Date of publication of application: **30 . 11 . 99**

(51) Int. Cl. **G11B 21/21**  
**G11B 5/60**

(21) Application number: **11097298**(22) Date of filing: **05 . 04 . 99**(62) Division of application: **09214392**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **TAKEUCHI YOSHINORI**  
**YAMAGUCHI YUZO**  
**MURANUSHI FUMITAKA**  
**TANAKA KATSUYUKI**  
**KAWAKAMI HIROJI**  
**DAITO HIROSHI**  
**MASUKAWA TETSUO**

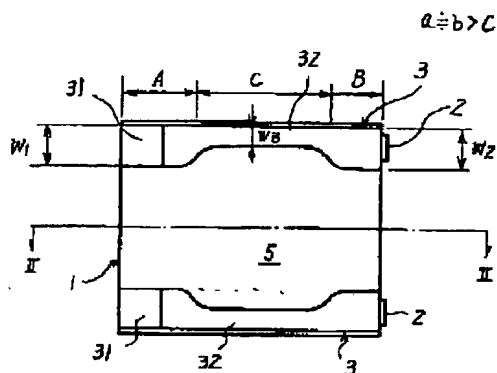
(54) **FLOATING HEAD SLIDER**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the dynamic characteristics of floating and to enable inexpensive mass production with high accuracy by constituting a slider of three portions of an inflow side part, an outflow side part and a coupling part of the total width of gas bearing rail surfaces narrower than these parts.

**SOLUTION:** The gas bearing rails 3 are arranged along the flow direction of gas on both sides on the floating surface of a slider body 1 and are mounted with transducers 2 for recording and reproducing at the outflow ends. The slider main body 1 is formed of straight lines at the outer boundary and consists of three portions; the inflow side part A, the outflow side part B and the coupling part C. Rail cut parts are formed at the coupling part C and the rail width  $W_3$  of the coupling part C is formed narrower than the width  $W_1$  of the inflow side part A and the width  $W_2$  of the outflow side part B. Between a pair of the gas bearing rails 3 is provided a bleed part 5 of a depth  $d_1$  having a boundary therewith. The value of the depth  $D_1$  is set at about 10 to 20  $\mu\text{m}$ , by which the working of a floating surface shape by non-machining, such as sputter etching, is made possible.

**BEST AVAILABLE COPY**

This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-328897

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 21/21  
5/60

識別記号

1 0 1

F I

G 1 1 B 21/21  
5/60

1 0 1 P  
Z

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-97298

(62)分割の表示

特願平9-214392の分割

(22)出願日

平成1年(1989)5月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 竹内 芳徳

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 山口 雄三

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 村主 文隆

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 浮動ヘッドスライダ

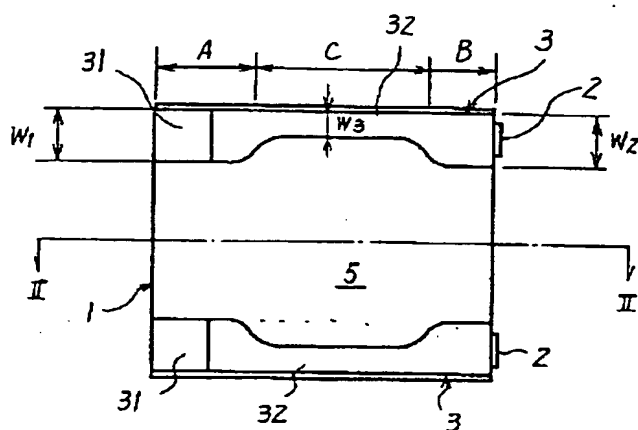
(57)【要約】

【課題】浮上バラツキが少なく、浮上の動的特性（特にピッチング剛性と、気体軸受の減衰特性）が良好な浮動ヘッドスライダを提供する。さらに、高精度に量産性良く作ることのできる浮動ヘッドスライダを提供する。

【解決手段】スライダを浮上させる一対の気体軸受レールの幅を中央部で狭く、流入側、流出側で広くした浮動ヘッドスライダ。

図 1

$a \div b > c$



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】回転する記録媒体に対向して配置されるスライダ本体と、該スライダ本体の前記記録媒体との対向面に形成され該記録媒体の回転に伴う気体流により発生する圧力によりスライダ本体を浮上させる少なくとも一本の気体軸受レールと、該気体軸受レール面より窪んで形成されたブリード部とを備えた浮動ヘッドスライダにおいて、前記気体軸受レールは、気体流の流入側に圧力を発生する流入側部と、流出側に圧力を発生する流出側部と、前記流入側部と流出側部を同一面で結合するものであって、前記流入側部及び流出側部より気体軸受レール表面の幅が狭い結合部との 3 つの部分をも有し、少なくとも該気体軸受レールのスライダ本体の長手方向の側面と接するブリード部は深さが 15  $\mu\text{m}$  以下の浅溝であることを特徴とする浮動ヘッドスライダ。

【請求項 2】前記気体軸受レールは、流入側部のレール幅と流出側部のレール幅が異なるように構成されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の浮動ヘッドスライダ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置等、走行する記録媒体面上を微少な浮上すきまで浮上する浮動ヘッドスライダに係り、特に浮上特性の良好で、大量生産に好適な、浮動スライダに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の磁気ディスク装置用浮動ヘッドスライダは、例えば特公昭 57-569 号公報に記載のように、スライダの両側部に平面部と気体流入側に傾斜面部を有する一対の一直線の気体軸受レールを設けたいわゆるテーパフラット形スライダが使われている。両気体軸受レールの間は、気体軸受作用を発生しただけ十分な深さに削ったブリード部となっている。実際のブリード部の深さは、気体軸受レールとの境界で 100  $\mu\text{m}$  以上である。

【0003】また、他の例としては、特開昭 62-231481 号公報に記載されているものがある。これは、気体軸受レールの気体流入側のレール幅をそれ以外のレール幅より広くしたものである。

【0004】そして、このようなスライダは、気体軸受レールが一直線のためブリード部の溝をスライサなどの機械研削加工を用いて作られたり、また、スライダ本体に浮上面形状を構成する平板をガラス等の固着剤で固着して作られる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】最近、装置の高密度化に対応して目標の浮上量の微小化が要求されてきている。浮上量の微小化に伴い、許容浮上量変動の減少と浮上量のバラツキを押さえる目的でスライダの小形化や各寸法交差を小さく押さえる必要が出てきた。

【0006】浮上量の微小化により気体軸受レールの気体軸受作用は、圧縮性の影響が益々顕著になり、スライダの小形化による空気膜剛性の悪化や減衰特性の悪化に伴う浮上不安定挙動の発生の可能性も出てきている。

【0007】さらに、浮上量の微小化、スライダの小形化に伴い、気体軸受レールのレール幅は、狭くする必要があり、その結果、気体軸受レールの流出端への薄膜ヘッドの搭載が困難となる。

【0008】また、気体軸受レールの気体流入側のレール幅をそれ以外の気体軸受レールより広くした構造では、流出端側の気体軸受領域が小さいため、この部分での圧力発生が小さくなり、流出端部でのスライダのピッチング方向はもちろん上下、ローリング方向の剛性が減少して従来形テーパフラットスライダに比べて浮上量変動が増加する問題が生じる。

【0009】また、スライダを機械研削加工により製造した場合には、寸法交差をミクロンメートル単位で管理することが難しく、加工中に欠損なども生じやすい。

【0010】また、スライダを、別々に作られたスライダ本体と浮上面部とを固着して製造する場合には、固着による位置合せ誤差、浮上面の変形、量産性などの問題がある。

【0011】このように、従来のスライダおよびスライダの製造方法では、浮上安定性や浮上の動的特性に問題があり、また、高精度、量産性に問題があった。

【0012】本発明の目的は、浮上バラツキが少なく、浮上の動的特性（特にピッチング剛性と、気体軸受の減衰特性）が良好で、高精度に量産性良く作ることのできる浮動ヘッドスライダを提供することにある。

【0013】また、同様の浮上の動的特性を示し、機械加工で加工可能な浮動ヘッドスライダを提供する。

【0014】また、上記スライダを高精度に量産する、もしくは安価で量産する製造法を提供することにある。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的は、スライダを浮上させる一対の気体軸受レールに大きな圧力を発生する流入側部と、流出側に大きな圧力を発生する流出側部と、前記流入側部と流出側部を同一面で結合し、流入側部、流出側部より気体軸受レール表面の延べ幅が狭い結合部の 3 つの部分で構成し、前記おのおのの気体軸受レールの幅方向の両境界のうちどちらか片側はほぼ直線で構成することにより達成される。

【0016】本発明の他の目的は、ヘッドスライダのブリード部を浅溝部のスパッタリングなどのエッチング加工と一直線深溝部のスライサなどの機械研削加工の併用で加工することにより達成される。

【0017】また、本発明の他の目的は気体軸受レール形状をスライダ基板の上に耐摺動性膜を印刷技術あるいはスパッタリングなどの薄膜製造技術で形成することにより達成される。

【0018】気体軸受レールを流入側部、流出側部及び結合部の3つの部分より構成し、結合部分は延べ幅を他の部分に比べて狭くした形状にする。本構成により気体軸受レールに流入した気体は、傾斜面部等の圧力上昇手段から平面部に進むに従い急激に圧縮され、結合部に達し、流入側部に大きな圧力を発生する。結合部ではレール表面の延べ幅が狭く構成されているため気体の一部は直接軸受レール外へ流れ出る。また、結合部を進む残りの気体は、引き続き圧縮されるがレール幅が狭いので容易にレール幅方向へ流れ出る。これらの結果、気体の圧縮体の悪影響を防ぎ減衰特性を向上し結合部で適切な圧力を発生する。次の流出側部では、レール幅が再び広がっているため結合部を進んできた気体と結合部で軸受レール外へでた気体が流出側部へ進み、圧縮されて大きな圧力を発生する。ここで、結合部を形成するために設けた軸受レール面より低い部分の深さを浅くすることにより（例えば数十 $\mu\text{m}$ 以下）流出側部の段差の絞り効果により減衰特性を向上することができる。また、1 kHz以上の周波数に対し気体軸受剛性が増加する効果もある。気体軸受レールでの高い圧縮による圧縮性の悪影響で減衰特性が悪化する現象は、浮上量が微小化するほど顕著になる。

【0019】本構成により、浮上量が微小化しても（例えば0.2 $\mu\text{m}$ 以下）気体の圧縮の度合いを小さく抑え、高い減衰特性を有し、不安定浮上挙動を回避する。また、スライダの前後に気体軸受作用による圧力のピークを形成する圧力分布となり気体軸受のピッチング剛性を増加させることができる。

【0020】また、本気体軸受レールの幅方向の外側を直線とし結合部をスライダの幅方向外側に設けることにより気体軸受のローリング剛性を大きくすることができる。

【0021】また、本気体軸受レールの幅方向の内側を直線とし結合部をスライダの幅方向内側に設けることにより結合部を機械加工で形成することができる。

【0022】気体軸受レールの境界を浅い段差で構成することにより、スパッタエッチングなどの非機械加工が可能となり各寸法交差を小さくでき浮上バラツキを小さく抑えることができる。

【0023】さらにブリード部に一直線の深溝ブリード部を設けることにより、前述の浅溝深さをさらに浅くすることができ、浅溝部の加工時間の短縮と寸法精度の向上が図れる。

【0024】また、スパッタリングなどの薄膜製造技術により気体軸受レールを形成することにより耐摺動性に優れた膜を精度良く作ることができる。

【0025】また、印刷技術により気体軸受レールを形成することにより耐摺動性に優れた膜を精度良く安価に大量に作ることができる。

【0026】また、本構造で、気体軸受レールの3つの

部分の形状を選ぶことにより荷重付加位置を変えずにスライダの浮上姿勢を制御することができるのは言うまでもない。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図1及び図2により説明する。気体軸受レール3は、平面部31と気体流入側に設けた傾斜面部32よりなる。気体軸受レール3は、スライダ本体1の浮上面の両サイドに、気体の流れ方法に沿って配置され、気体軸受レール3の流出端に記録・再生用のヘッド2が取り付けられている。気体軸受レール3は、スライダ本体1の外側境界を直線で形成し、流入側部A、流出側部Bおよび結合部Cの3つの部分からなる。結合部Cには、くい込み部を形成し、この結合部Cのレール幅W3は、流入側部Aの幅W1および流出側部Bの幅W2に対して、狭く（ $W1 \approx W2 > W3$ ）形成している。一方、前述の一对の気体軸受レール3の間には、これらと境界を有し、深さD1のブリード部5が設けられている。深さD1の値は、10～20 $\mu\text{m}$ 程度であり、従来の値である80～200 $\mu\text{m}$ より小さく形成されている。この浅溝のブリード部5と気体軸受レール3の境界は、3つの部分の一部にレール幅の平行部を持ち、各部分の境界はなめらかな曲線でつなげている。

【0028】本実施例によれば、気体軸受レール3をスライダ本体1の最両側端に形成しているため気体軸受のロール剛性を大きくとることができ、シーク時の浮上量変動を小さく押さえることができる。さらに本形状では、気体軸受レール3に流入した気体は、圧力上昇手段である傾斜面部31から平面部32に進むに従い急激に圧縮され、結合部Cに達し、流入側部Aに大きな圧力を発生する。結合部Cではレール表面の延べ幅が狭く構成されているため気体の一部は直接軸受レール3外へ流れ出る。また、結合部Cを進む残りの気体は、引き続き圧縮されるがレール幅が狭いので容易にレール幅方向へ流れ出る。これらの結果気体の圧縮性の悪影響を防ぎ減衰特性を向上し結合部で適切な圧力を発生する。次の流出側部では、レール幅が再び広がっているため結合部を進んできた気体と結合部で軸受レール外へでた気体が流出側部へ進み、圧縮されて大きな圧力を発生する。ここで、結合部を形成するために設けた軸受レール面より低いブリード部5の深さを浅くすることにより（例えば数十 $\mu\text{m}$ 以下）、流出側部の段差の絞り効果により減衰特性を向上することができる。

【0029】また流出側部Cのブリード部5のせばまりによる、絞り効果により、減衰特性を向上する効果がある。

【0030】次に、本実施例の圧力分布の概要を図3に示す。図中、実線は、本実施例の圧力分布であり、破線は、従来形のテーバフラット形スライダの圧力分布である。

【0031】また、横軸に、気体軸受レール3の傾斜面部31の先端箇所（気体流入端）aから平面部32の後端箇所（気体流出端）の任意箇所dをとり、縦軸に圧力をとっている。

【0032】この図からもわかるように、破線で示す従来形状では、浮上量の微小化に伴い、流出端浮上量0.2μm程度以下で気体の粒子性や圧縮性の影響が顕著に現れるために、気体軸受レール3上の圧力分布は、傾斜面部31終了直後で最大圧力となりその後流出端まで順次に減小する圧力分布となる。本圧力分布では、スライダのピッチング方向（前後方向）の空気膜剛性が小さい。一方、実線で示す本実施例の構造では、スライダ本体1の傾斜面部31で圧力上昇し（図中b点）、その後、中央部の幅のせまい部分で、一部の気体が気体軸受レール3から外に流れ出るために圧力は降下し（図中c点）、流出端側で再び気体軸受レール3の幅が広がり圧力も上昇する（図中d点）。その結果、スライダ本体1の気体軸受レール3の前後に圧力のピークを持つ圧力分布となり、またその領域の面積も広くとっているため、従来形テーパフラットスライダに比べてスライダのピッチング方向の空気膜剛性を大きくできる。図4にピッチング方向の空気膜剛性と浮上量の関係を示す。この図においては横軸にスライダ1の浮上量を取り、縦軸は、ピッチング方向のスライダの空気膜剛性をとっている。そ

$$Ab = 6 \mu U l_x / \{ p_a \cdot (h_m)^2 \} \cdot (l_b / l_x)^2$$

ここでμ：粘性係数、U：媒体速度、  
l<sub>x</sub>：スライダ長さ、p<sub>a</sub>：雰囲気圧力、  
h<sub>m</sub>：平均浮上量、l<sub>b</sub>：スライダ気体軸受レール幅

を示し、縦軸は周波数を示す。縦軸に周波数をとるのは、軸受剛性、減衰係数が周波数に依存するためである。図中SAは浮上の安定領域、IAは不安定領域である。この本発明のスライダは二次元軸受圧縮係数Abが10以下の値（図のP2で示す）で安定であるが10以上にあると不安定領域IAが存在し、圧縮係数Abがさらに大きくなると、その領域がさらに広がることになる。従来形スライダでは浮上量が0.15μm程度以下で圧縮特性Abが約10以上の値（図のP1の点）となり不安定領域IAになる。この傾向は小形、大荷重で顕著である。

【0035】図7は空気膜減衰係数の上下、ピッチングの主成分C11とC22の周波数特性を示す。図において横軸に周波数を取り、縦軸に空気膜減衰係数をとっている。そして、図中、実線は本実施例のスライダのC11、C22、破線は、従来形のテーパスライダのC11、C22、一点鎖線は従来形のシェーブドレールスライダのC11、C22を示している従来形のテーパフラットスライダ（図中TF）の約3倍、また他の従来形シェーブドレールスライダの約2倍の減衰特性を本実施例スライダが持

して、図中、実線は本実施例のスライダ、破線は従来形スライダの各々の特性を示している。破線を示す従来形スライダの台形状圧力分布は、浮上量が小さくなり圧力性の影響が顕著なほど発生するため、ピッチング方向の空気膜剛性kpは浮上量が小さくなくても微増にとどまる。一方本実施例のスライダは、図3に示した圧力分布にできるため、浮上量が小さくなるほど、従来形スライダに比べピッチング方向空気膜剛性を大きくとることができる。

【0033】図5は、ピッチング剛性の周波数特性を示す。この図において、横軸は周波数を示し、縦軸はピッチング方向のスライダの空気膜剛性を示している。そして、図中実線は本実施例のスライダ、破線は従来形のテーパフラットスライダ、一点鎖線は従来形のシェーブドレールスライダの各々の特性を示す。本実施例のスライダは、高周波領域では、kpがさらに大きくなり、ディスク突起などへの応答性を高くすることができる。

【0034】また、浮上量の微小化に伴いもう一つの問題は気体の圧縮性の影響に伴う浮上安定性である。図6に浮上の安定性の評価結果を示す。図6は、スライダの潤滑方程式の摂動解（軸受剛性及び減衰係数）とスライダの運動方程式より、Routh-Hurwitzの安定判別によって計算した値である。横軸は、スライダの圧縮性の程度を表わす二次元圧縮係数

っていることがわかる。

【0036】本実施例のスライダでは、減衰特性向上と、結合部Cを設けることにより等価気体軸受レール幅を小さくし、又ピボット位置を変えことなく平均浮上量h<sub>m</sub>を大きくすることができるため、軸受圧縮係数Abを小さくすることができ、実用運転条件で浮上不安定の発生を防止することができる。

【0037】また、ブレード部5は、気体の流入方向から、幅が広がり、そして狭まる構成になっており、従来形より溝深さ、溝の傾きに対し鈍感になっている。実用的には、加工精度に対する浮上バラツキ量を考慮して溝深さD1は20μm程度と従来形に比べて小さく押さえられている。

【0038】本構成により、スパッタエッチングなどの非機械加工で、浮上面形状を加工することができ、高精度加工により浮上バラツキの小さく、ピッチング剛性が高く安定に浮上するスライダを得ることができる。

【0039】また、本構成にすることにより、スライダの形状、押付荷重による気体軸受レール3のレール幅による薄膜トランスデューサの搭載の制約がなくなり、性

能優先の薄膜ヘッドの搭載が可能である。

【0040】また、本構成では、ロータリーアクチュエータ方式の装置ではスライダと媒体走行方向との角度（以下ヨー角と略す。）がつく場合でも、ヨー角に対する浮上量及び浮上特性の悪化は少なく従来形に比べて良好な特性を得ることができる。

【0041】また気体軸受レール3の3つの構成部分をなめらかな曲線で結ぶことにより、ブレード部5の気体の流れの乱れ、よどみを押さえ、塵埃の付着、堆積を防止することができる。

【0042】前述の実施例においては、気体軸受レール3とブリード部5との境界は、気体軸受レール3の結合部Cがレール幅W3の平行な直線でありこの結合部Cと流入側部A、流出側部Bとそれぞれ滑らかに連なっている曲線となっている。しかし、この気体軸受レール3とブリード部5との境界は、上記実施例に限るものではなく、他の構成でも同様の作用、効果を得ることができる。

【0043】即ち、3つの部分流入側部A、流出側部B及び結合部Cからなる気体軸受レール3の各部分のレール幅W1、W2及びW3は、平行な直線で形成し、各部分の境界での幅のゆるやかな変化をなくし、急激に変化するよう連結してもよい。これにより、レール形状の決定の座標点が減り、製作上寸法精度があがる。レール幅の急変部での気体流れの乱れによる塵埃付着の点を除き、前述の実施例と同様の効果がある。

【0044】また、気体軸受レール3の結合部Cを、ゆるやかに変化する曲線で形成してもよい。これにより、塵埃付着の点に更に効果を有する。また、気体軸受レール3の結合部Cを、ゆるやかに変化する直線で構成してもよい。また、3つの部分から成る気体軸受レール3の流入側部A、流出側部Bのレール幅W1、W2をおおの両端に向けて広げるように構成してもよい。また、気体軸受レール3の結合部Cのレール幅W3が、流出側部Bに向かって幅が徐々にせまくなる形状としてもよい。

【0045】以上説明した各実施例においては、気体軸受レール3の流入側部Aと流出側部Bのレール幅W1、W2は同じ幅に構成されているが、これらのレール幅W1とW2は異なるように構成してもよい。

【0046】例えば、流入側部Aのレール幅W1を流出側部Bのレール幅W2より広く構成した場合には、スライダ本体1の姿勢角をより大きくとることができ、浮上面の寸法精度に対するバラツキを低減することができる。また、流出側部Bのレール幅W2を流入側部Aのレール幅W2より広く構成した場合には、流出側部Bにおける軸受剛性の向上と、薄膜ヘッドの実装が容易となる効果がある。

【0047】以上説明した各実施例において、ブリード部5の深さD1（即ち気体軸受レール3の高さ）を、傾斜面4の先端の深さD3より小さくしてもよい。このよ

うに構成することにより、ディスク速度の低い領域では、ブリード部5の溝深さD1を5～10 $\mu$ mにすることも可能であり、加工時間の短縮と、加工精度の向上が図れる。

【0048】図8及び図9は、本発明の他の実施例を示すものである。この例においては、スライダ1には、ブリード部5を分離する一直線状の深溝ブリード部51を設けている。深溝ブリード部51の深さD2は、40～60 $\mu$ m程度であり、気体軸受レール3以外の部分であるため高精度は要求されず研削加工等の機械加工で加工できる。また深溝ブリード部51を設けることにより、浮上バラツキへの影響が減少するためブリード部5の溝深さD1は5～15 $\mu$ m程度に浅くすることができ、ブリード部5のスパッタエッチングなどの加工時間の短縮と加工量の減小による加工精度の向上効果がある。

【0049】図8に示す例において、深溝ブリード部51は、ブリード部5の領域に、深さが異にして複数本設けてもよい。

【0050】また、図8及び前述した例において、気体軸受レール3の流入側部Aのレール幅W1と流出側部Bのレール幅W2を変えてもよい。レール幅W1をレール幅W2より大きくすると、浮上面の寸法精度に対するバラツキを低減でき、レール幅W2をレール幅W1より大きくすると、流出側部Bにおける軸受剛性を向上でき、ヘッドの実装が容易となる。

【0051】また図8及び前述した例において、深溝ブリード部51の溝深さD2をブリード部5の溝深さD1（即ち気体軸受レール3の高さ）及び傾斜面4の先端高さよりも小さくしてもよい。このように構成することにより、気体軸受レール3の加工時間の短縮と加工精度の向上を図ることができる。

【0052】以上説明した各実施例においては、気体軸受レール3の外側を、気体の流入側から流出側に直線的に形成し、内側のブリード部との境界側をレール幅が変化するように形成している。

【0053】しかし、本発明は、これに限るものではなく、逆の形状でもよい。即ち、スライダ本体1の気体軸受レール3の内側を、直線とし、外周側に結合部Cの外周側に窪みを設けレール幅を変えてもよい。本構成では、結合部窪みはたとえば縦軸平面研削でまた、ブリード部5は従来の横軸平面研削など機械加工で加工することが可能である。

【0054】図10および図11は、本発明の他の実施例を示す。この例においては、気体軸受レール3の流入側部A、流出側部B及び結合部Cを同じレール軸で形成し、このうち、結合部Cには、ブリード部5から気体軸受レール3の幅の他端に達しないで再びブリード部5に戻る溝11を設け、これにより分離レール部12を設ける形で構成したものである。分離レール部12は、レール幅がせまく、減衰特性をさらに高める作用がある。ま

た、分離レール部 12 により、結合部 C の前後のレール幅変化部への塵埃の堆積を防止する。

【0055】図 10 に示す例では、気体軸受レール 3 の結合部 C の溝 11 をブリード部 5 側に設けたが、逆に気体軸受レール 3 の結合部の溝 11 をスライダ本体 1 の外側に設けても、前述とほぼ同様の作用効果がある。

【0056】以上説明した各実施例においては、気体軸受レール 3 がスライダ本体 1 の両端側に対になって配設されているが、レールの本数は 2 本に限るものではなく、浮上バランスを考慮し、流れの中心線に対して対象に複数本配設してもよいし、また、流れの中心線に配設してもよい。

【0057】図 12 は、本発明におけるスライダの製造方法の一実施例を示すもので気体軸受レール形状をスパッタリングなどの薄膜製造技術により形成した例である。

【0058】気体軸受レール形状穴 15 を設けたマスク 14 を用いて、スパッタリングなどの薄膜製造技術により、スライダ本体 13 に気体軸受レール膜 16 を形成した例である。スライダ本体 13 の材料にとらわれず、耐摺動性に優れた膜を高精度に、量産性良く、製造することができる。

【0059】図 13 は、本発明におけるスライダの製造方法の他の実施例を示すもので、気体軸受レール形状を印刷技術で形成した例である。

【0060】印刷ローラ 17 には、気体軸受レール形状に印刷するための転写用凸版 19 がセットされている。スライダ本体 13 は、テーブル 20 の上にセットし、転写膜テープ 18 を介して、印刷ローラ 17 により加圧印刷し、転写膜テープ 18 の一部をスライダ本体 13 の上に転写し、気体軸受レール膜 16 を形成する。本方式により、浮動ヘッドスライダを安価に大量に量産、製造することができる。

【0061】図 14 は、本実施例に係る浮動ヘッドスライダが装着されたリニア形回転円板記憶装置の平面断面図である。キャリッジ 33 にガイドアーム 9 が結合され、該ガイドアーム 9 にヘッド支持装置 8 が連結され、ヘッド支持装置 8 の先端部に浮動ヘッドスライダ 1 が装着されている。スライダ 1 は、ボイスコイルモータ 35 に駆動されて、回転する円板記憶媒体 7 の半径方向に進退する。本実施例によりスライダ浮上量変動及び浮上バラツキが小さく安定に浮上するため、スライダ浮上量を小さくすることが可能となり、記憶媒体の高密度記憶を実現できた。

【0062】図 15 は、本実施例に係る浮動ヘッドスライダ 1 が装着されたインライン形回転円板記憶装置の一部破砕斜視図で、キャリッジ 33 に連接されたヘッド支持装置 8 の先端に装着された本発明浮動ヘッドスライダ 1 を示している。本実施例によっても同様の効果が得られた。

【0063】前述した各実施例においては、スライダ浮上面の圧力分布をスライダの最側部にもしくはスライダの 4 隅に分極することができ、高いローリング方向剛性もしくは高いピッチング剛性を得ることができる。又、減衰特性向上と実質的に二次元圧縮係数を下げることによって浮上不安定を回避して安定に浮上させることができる。本構成をスパッタリングなどの非機械加工で行なうことにより寸法精度を高め、浮上バラツキを低減させることができる。

【0064】さらにブリード部を浅溝と深溝の 2 段にすることにより、深溝を機械加工、浅溝をスパッタリングなど非機械加工の併用が可能となり、浅溝部深さを浅くでき、加工時間と加工精度が向上できる。

【0065】また、結合部窪みをスライダ本体の外側部に設けることにより、機械加工で気体軸受レールを形成することができる。

【0066】また、結合部を溝を用いて形成することにより、減衰特性をさらに向上させることができる。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、浮上バラツキが少なく、浮上の動特性が良好なスライダを得ることができる。また、スライダを高精度にしかも安価に量産することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の平面図。

【図 2】図 1 の I-I 線矢視断面図。

【図 3】浮上面の圧力分布を示す説明図。

【図 4】浮上量とピッチング方向空気膜剛性の関係を示す説明図。

【図 5】ピッチング方向空気膜剛性  $k_p$  の周波数特性を示す説明図。

【図 6】浮上の安定判別結果を示す説明図。

【図 7】空気膜の減衰係数の周波数特性を示す説明図。

【図 8】本発明の他の実施例を示す平面図。

【図 9】図 8 の IX-IX 線矢視断面図。

【図 10】本発明の更に他の実施例の平面図。

【図 11】図 10 の IX-IX 線矢視断面図。

【図 12】本発明のスライダの製造方法の一例を説明する図。

【図 13】本発明のスライダの製造方法の他の例を説明する図。

【図 14】本発明のスライダを搭載した磁気ディスク装置を示す図。

【図 15】本発明のスライダを搭載した磁気ディスク装置を示す図。

【符号の説明】

1…スライダ本体、 2…トランヂューサ、  
3…気体軸受レール、 5…ブリード部、 12…  
分離レール部、 14…マスク、 16…気体軸受レール膜、  
17…印刷ローラ、 18…転写膜テー

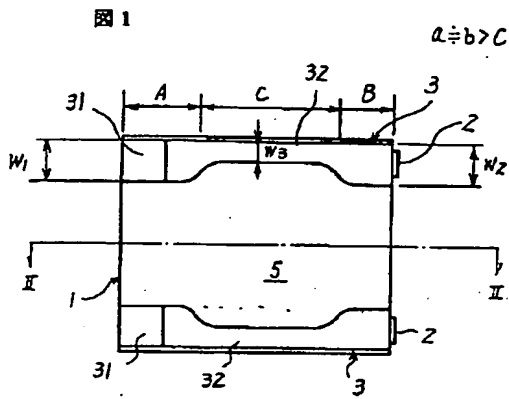


ブ、20…テーブル、

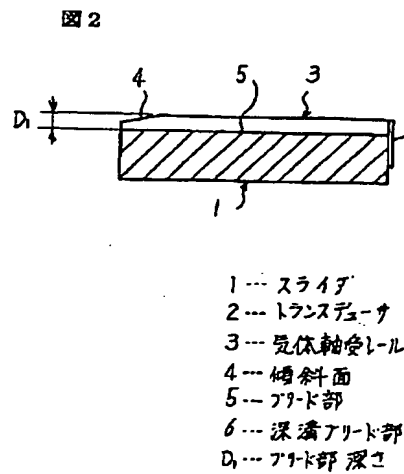
31…傾斜面部、

32…平面部、51…深溝ブリード部。

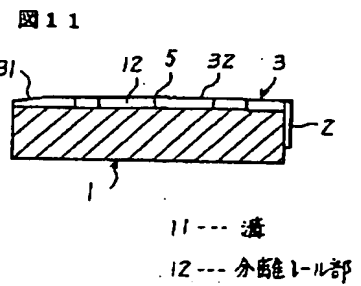
【図1】



【図2】

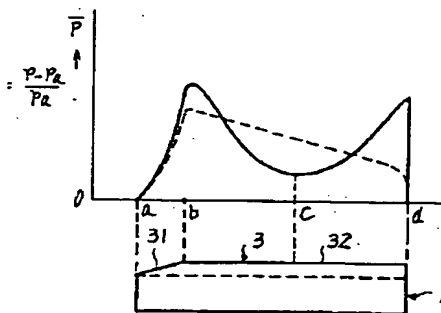


【図11】



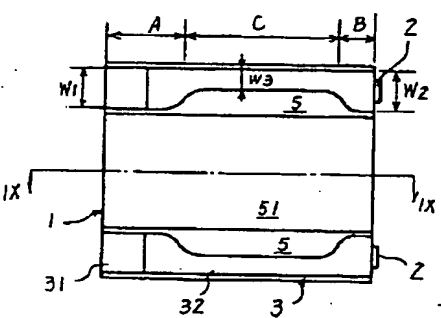
【図3】

図3



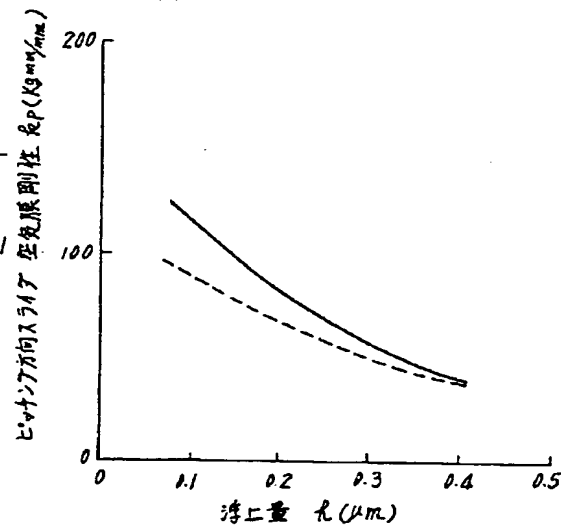
【図8】

図8

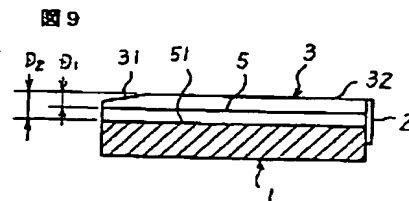


【図4】

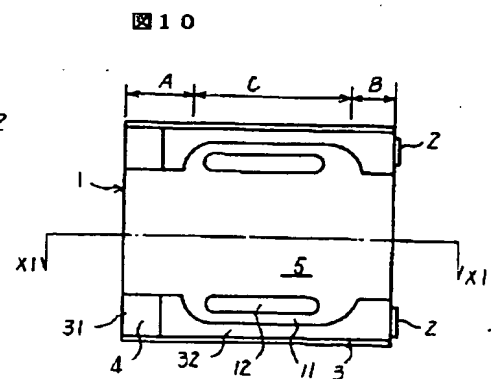
図4



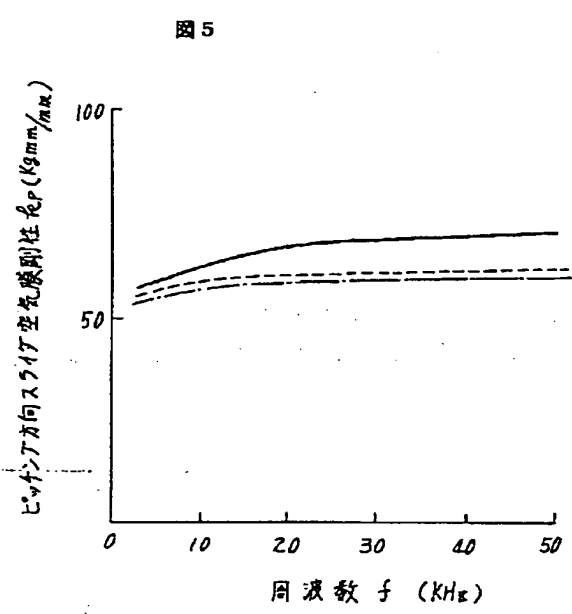
【図9】



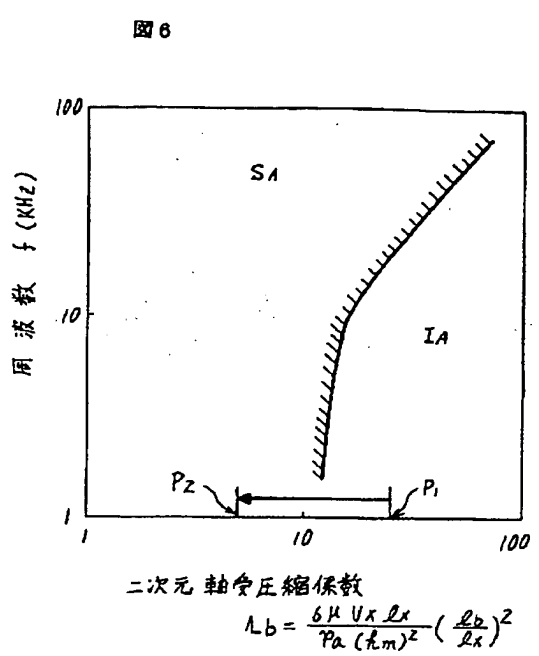
【図10】



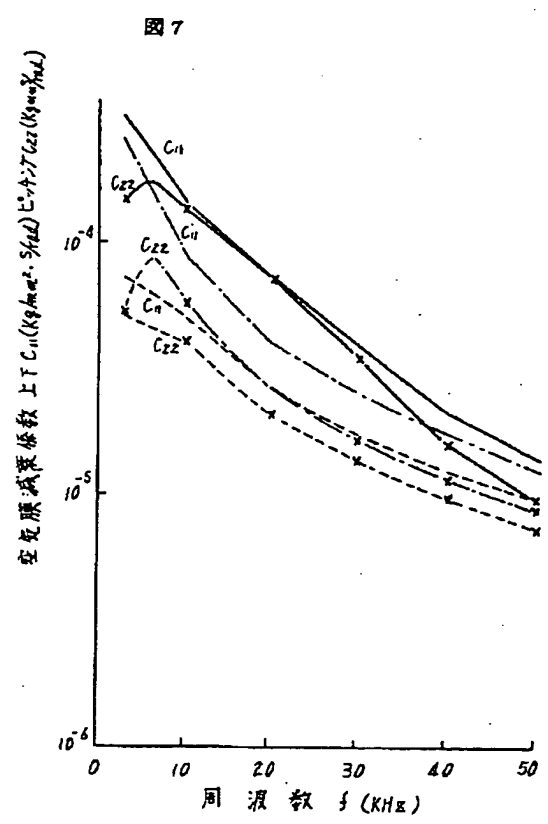
【図5】



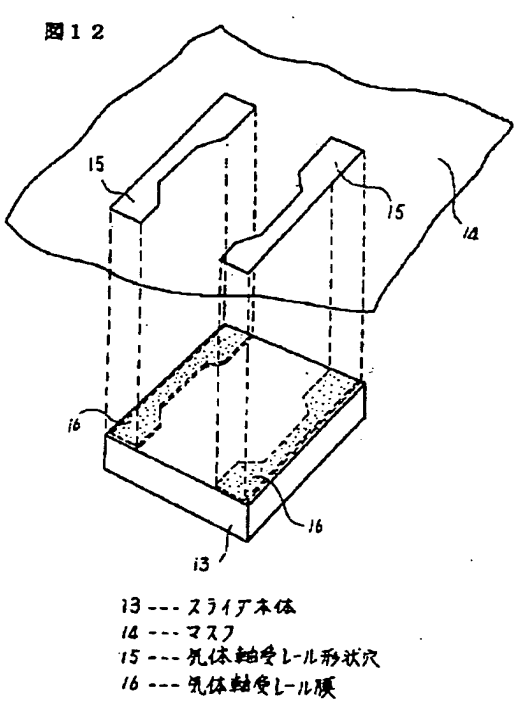
【図6】



【図7】

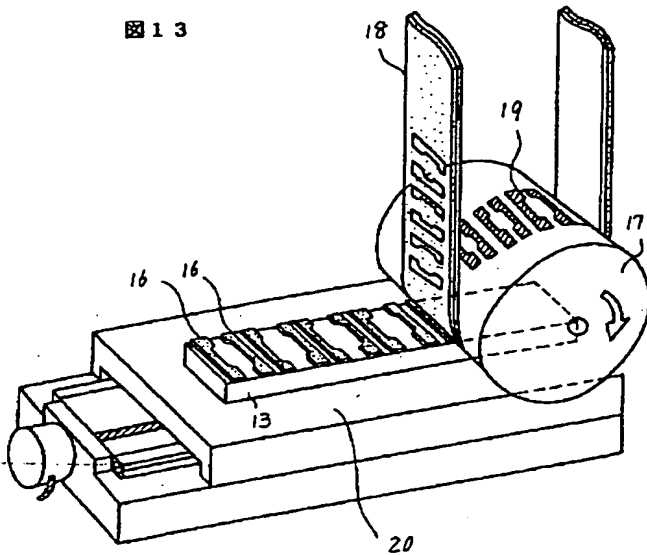


【図12】



【図 1 3】

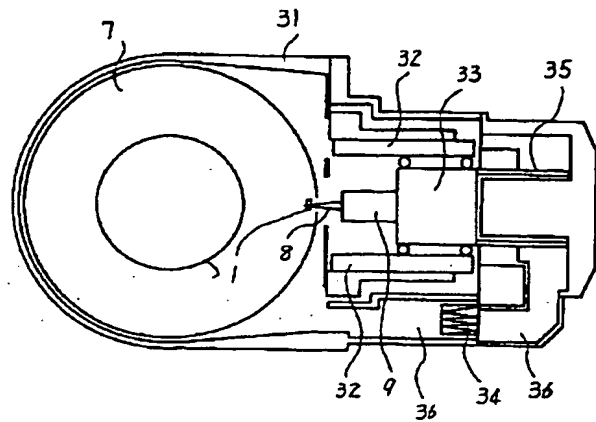
図 1 3



17 --- 印刷ローラ  
18 --- 転写膜テープ  
19 --- 転写用凸版  
20 --- テーブル

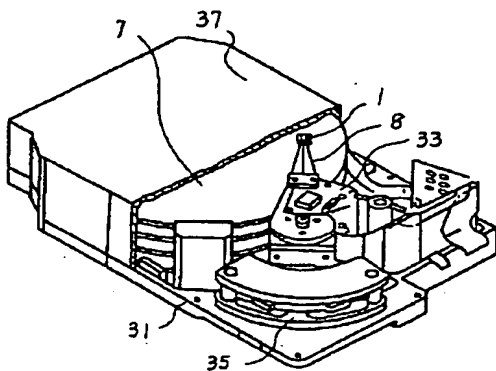
【図 1 4】

図 1 4



【図 1 5】

図 1 5



フロントページの続き

(72) 発明者 田中 勝之  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内  
(72) 発明者 川上 寛児  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 大東 宏  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内  
(72) 発明者 益川 哲男  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内

**This Page Blank (uspto)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**